

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Mamoru NAKASUJI, et al.**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **July 15, 2003**

For. **ELECTRON BEAM APPARATUS**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: July 15, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications are hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-205220, filed July 15, 2002

Japanese Appln. No. 2002-316303, filed October 30, 2002

Japanese Appln. No. 2002-343473, filed November 27, 2002


In support of these claims, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of these applications be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP


Ken-Ichi Hattori
Reg. No. 32,861

KH/II
Atty. Docket No. 030865
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-205220

[ST.10/C]:

[JP2002-205220]

出 願 人

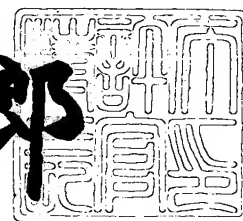
Applicant(s):

株式会社荏原製作所

2003年 6月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3051210

【書類名】 特許願

【整理番号】 021286

【提出日】 平成14年 7月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

 【氏名】 中筋 護

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

 【氏名】 加藤 隆男

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

 【氏名】 佐竹 徹

【特許出願人】

 【識別番号】 000000239

 【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

 【識別番号】 100089705

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 社本 一夫

 【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

 【識別番号】 100080137

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 昭男

【選任した代理人】

【識別番号】 100083895

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 茂

【選任した代理人】

【識別番号】 100092967

【弁理士】

【氏名又は名称】 星野 修

【選任した代理人】

【識別番号】 100093713

【弁理士】

【氏名又は名称】 神田 藤博

【選任した代理人】

【識別番号】 100093805

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106208

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮前 徹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201070

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置及びその電子線装置を用いたデバイスの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射する電子線装置において、

前記一次電子線を集束して照射させるレンズを各電子銃毎に配列したレンズ群を備え、

前記レンズ群は、板厚の薄い薄板部と板厚の大きいハリ部とを有する絶縁部材の前記薄板部において各電子銃の光軸に対応した位置に複数の穴を形成し、かつ前記絶縁部材の表面に金属のコーティング層を施してなる複数のレンズ電極を備え、前記各レンズ電極は前記光軸方向に隔てて配置されていることを特徴とする電子線装置。

【請求項 2】 複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射し、試料からの二次電子を検出する電子線装置において、

前記一次電子線を偏向させる電磁偏向器を各電子銃毎に配列し、

前記電磁偏向器は、リングの一部の形状をした 2 つの高透磁率部材と 2 つの永久磁石とがリング状に組み合せられ、前記 2 つの永久磁石はそれぞれから発生する磁力線が相互に反発する方向に向けられていることを特徴とする電子線装置。

【請求項 3】 複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射し、試料から放出された二次電子を分離して検出する電子線装置において、

前記二次電子を分離する $E \times B$ 分離器を各電子銃毎に配列し、

前記 $E \times B$ 分離器は、絶縁基板に前記複数の電子銃のそれぞれの光軸に対応する位置に穴を形成しかつ前記各穴の周囲にある絶縁基板の部材を分割して形成された静電偏向器と、前記多極の静電偏向器の周囲に設けられた電磁偏向器とからなっていることを特徴とする電子線装置。

【請求項 4】 一次電子線を放出する複数の電子銃を配列した電子銃群において、

前記電子銃群は、各光軸に対応する位置に複数のウェネルト穴が形成されてい

て各光軸の少なくとも近傍において前記ウェネルト穴と同軸の円形形状の薄い部分を有するウェネルト電極と、前記各ウェネルト穴に対して高い精度で中心合わせされた複数のカソードと、各光軸に対応する位置に前記ウェネルト穴と同軸の複数の穴を有するアノードとを備えていることを特徴とする電子銃群。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の電子線装置又は請求項 4 に記載の電子銃群を備えた電子線装置を用いて、プロセス途中或いは終了後のウエハの評価を行うことを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】

本発明は、試料の表面に形成されたパターン等を評価する電子線装置及びその電子線装置を用いてプロセス途中又は終了後の試料の評価を行うデバイス製造方法に関し、詳しくは、最小線幅 $0.1 \mu\text{m}$ 以下のパターンを有する基板等の試料の評価を高いスループットでかつ高い信頼性のもとで行える電子線装置及びそのような電子線装置を用いてプロセス途中又は終了後の試料の評価を行うデバイス製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

電子線を使用して基板等の試料の評価を高いスループットで行うために、一つの光軸の周りに複数の電子ビームを形成し、それら複数の電子ビームで試料上を同時に照射し、それぞれの照射点から放出された二次電子を検出するマルチビーム方式の電子線装置及びそのような装置を使用して試料を評価する方法が、従来から提案されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような電子線装置では光軸は一つであるから、複数の電子ビームはそれぞれ光軸から外れた位置に形成され、そのため比較的大きい収差を受ける。従って、一定の寸法に電子ビームを絞った場合、得られるビーム電流は光軸上にある電子ビームに比較して小さいものとなる。

また、二次電子検出を行うにも比較的複雑な光学系を必要とし、全ての二次電子を 1 0 0 % 近い検出効率で検出することが困難である。

更に、複数の電子ビームの強度を合わせることが困難で、全ての電子ビームをそれぞれ独立して調整することが不可能である、という問題点があった。

【 0 0 0 4 】

本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであって、発明が解決しようとする一つの課題は、各々の電子ビームを光軸に合わせて形成し、かつ一枚のウェーハ内に多数の光軸を形成する手段を提供することにより、各電子ビームの収差を最小限にすることができる電子線装置を提供することである。

本発明の別の課題は、全ての二次電子を 1 0 0 % 近い検出効率で検出することが可能な電子線装置を提供することである。

本発明の更に別の課題は、複数の電子ビームの強度を合わせることが容易で、全ての電子ビームをそれぞれ独立して調整することが可能な電子線装置を提供することである。

本発明が解決しようとする更に別の課題は、上記のような電子線装置を用いてプロセス途中又は後の試料の評価を、高い製造歩留まりで行えるデバイスの製造方法を提供することである。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本願の発明は、複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射する電子線装置において、前記一次電子線を集束して照射させるレンズを各電子銃毎に配列したレンズ群を備え、前記レンズ群は、板厚の薄い薄板部と板厚の大きいハリ部とを有する絶縁部材の前記薄板部において各電子銃の光軸に対応した位置に複数の穴を形成し、かつ前記絶縁部材の表面に金属のコーティング層を施してなる複数のレンズ電極を備え、前記各レンズ電極は前記光軸方向に隔てて配置されて構成されている。

本願の別の発明は、複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射し、試料からの二次電子を検出する電子線装置において、前記一次電子線を偏向させる電磁偏向器を各電子銃毎に配列し、前記電磁偏向器は、

リングの一部の形状をした 2 つの高透磁率部材と 2 つの永久磁石とがリング状に組み合せられ、前記 2 つの永久磁石はそれぞれから発生する磁力線が相互に反発する方向に向けられて構成されている。

本願の更に別の発明は、複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射し、試料から放出された二次電子を分離して検出する電子線装置において、前記二次電子を分離する $E \times B$ 分離器を各電子銃毎に配列し、前記 $E \times B$ 分離器は、絶縁基板に前記複数の電子銃のそれぞれの光軸に対応する位置に穴を形成しかつ前記各穴の周囲にある絶縁基板の部材を分割して形成された多極静電偏向器と、前記多極静電偏向器の周りに設けられた電磁偏向器とから構成されている。

【 0 0 0 6 】

本願の更に別の発明は、一次電子線を放出する複数の電子銃を配列した電子銃群において、前記電子銃群は、各光軸に対応する位置に複数のウェネルト穴が形成されていて各光軸の少なくとも近傍において前記ウェネルト穴と同軸の円形形状の薄い部分を有するウェーネルト電極と、前記各ウェネルト穴に対して高い精度で中心合わせされた複数のカソードと、各光軸に対応する位置に前記ウェネルト穴と同軸の複数の穴を有するアノードとを備えて構成されている。

本願の更に別の発明は、上記の電子線装置若しくは上記の電子銃群を備えた電子線装置を用いてプロセス途中のウエハの欠陥を検出する事を特徴とするデバイスの製造方法を提供するものである。

【 0 0 0 7 】

【実施の形態】

以下図面を参照して本発明による電子線装置の一つの実施の形態について説明する。

図 1 (A) は本発明による電子線装置の一つの実施形態の縦断面図であり、図 1 (B) の A - A 線に沿って見た断面図である。本図において、電子線装置 1 は、複数の電子銃 10 と、各電子銃に対応して設けられておりかつ電子銃 10 から放出された一次電子線を集束して試料 S に照射する複数の一次光学系 30 と、各一次光学系 30 に対応して設けられており、試料から放出された二次電子が導入

される複数の二次光学系 5 0 と、各二次光学系 5 0 に導入された二次電子を検出する複数の検出系 6 0 とを備えている。これら電子銃 1 0、複数の一次光学系 3 0、二次光学系 5 0 及び検出系 6 0 の組合せは複数組設けられている。図 1 (B) は上記複数の電子銃、一次光学系、二次光学系及び検出系の組合せを配列した状態を示す概略平面図であり、これらは本実施形態では X 方向に沿って交互に 2 列に配列されている (図 1 (A) ではその内の 2 つのみを示す)。図 1 (B) において上記光学系が一点鎖線の円で簡略化して示されている。

【0008】

図 2 は本発明による複数の電子銃 1 0 の配列を示す平面図であって、図 3 の B - B 線に沿って見た断面図、図 3 は図 2 の C - C 線に沿って見た一つの電子銃の断面図、図 4 はウェネルトを上部から見た平面図である。この配列は図 1 (B) に示された配列に対応している。

複数の電子銃 1 0 (本実施形態では例示的に 1 3 個) は、図 2 に示されるように X 方向に沿って 2 列に交互に配列され全体で一つの電子銃群を構成する。図 2 及び図 3 において、各電子銃 1 0 は熱電子放出 (L a B₆) 型のカソード 1 1 と、ウェネルト板 1 2 と、絶縁スペーサ 1 3、1 4 と、アノード 1 5 とを備えている。カソード 1 1 はタングステンフィラメント 1 1 1 に溶接されていてステム 1 6 に溶接されている。このステム 1 6 は複数の電子銃を支持する単一のプレート 1 7 に取り付けられている。ウェネルト板 1 2 は、各電子銃 1 0 のカソード 1 1 の中心軸線でもある光軸 O 1 に対応する位置に形成された円形のウェネルト穴 1 2 1 と、ウェネルト穴 1 2 1 の周りにウェネルト穴 1 2 1 と同軸状に円形に形成されている薄い部分 1 2 2 と、薄い部分 1 2 2 から外方に延在していて薄い部分 1 2 2 よりも板厚の厚い部分 1 2 3 とを有する。これらウェネルト穴 1 2 1 及び薄い部分 1 2 2 で電子銃のウェネルト電極を構成する。

カソード 1 1 はその X - Y 方向の位置がウェネルト穴 1 2 1 の中心 (即ち、光軸 O 1) に正確に一致するように、調整ねじ 1 8 で調整することができる。この調整ねじ 1 8 はハリ又はリブ付板 1 9、2 0 に取り付けられている。

カソード 1 1 の Z 方向位置はカソードを溶接する際にバラツキが生じるため、各ウェネルト電極に印加するバイアス電圧を独立して調整することによりカソ

ード電流若しくは輝度を調整することが必要である。そのため、図4に示されているように、ウェーネルト板12の薄い部分122はカソード11のX-Y座標と一致するように加工されており、更に、ウェーネルト板12のセラミック表面、すなわち、上面、下面及びウェーネルト穴121の内面には金属のコーティング層が施される。その後、ウェーネルト板12の上面及び下面に施された金属のコーティング層は、図4に示された剥離部211のパターン21に従って選択的に除去される。すなわち、これら金属のコーティング層は剥離部211により複数の区域に分割され、これら複数の区域は互いに隣接する区域から電氣的に絶縁される。各区域のコーティング層は導体212を構成し、これら導体212を介して各ウェーネルト電極がそれぞれの外部電源（図示せず）に接続される。従って、これらウェーネルト板12に形成された導体212に与える電圧で、各ウェーネルト電極に印加するバイアス電圧を独立的に調整することができる。

【0009】

ウェーネルト板12の剥離部211すなわち絶縁部分を一次電子線から遮蔽するため、薄い部分122のカソード11に隣接する部分には、表側と裏側にウェーネルト電極と同電位のシールド板22が設けられている。ウェーネルト板12のウェーネルト電極及びシールド板22で電子銃のウェーネルトを構成する。また、当該絶縁部分を一次電子線から遮蔽するため、各ステム16には金属円板23が溶接されている（図3）。更に、絶縁スペーサ13、14を一次電子線から遮蔽するためメタライズ24及び遮蔽板25が設けられている。

アノード15には、各カソード11に対応する位置に、ウェーネルト穴121と同軸の複数の穴151が形成されている。アノード15はノックピン152を使用して絶縁スペーサ14を介してウェーネルト板12の下側に配置されている。

【0010】

図1（A）において、一次光学系30は、電子ビームを基板等の評価対象（以下試料と呼ぶ）Sの表面に照射する光学系で、電子銃10から放出された一次電子線を偏向する軸合わせ用の静電偏向器31と、一次電子線を集束して電子ビームに形成するコンデンサレンズ32と、試料上で電子ビームを走査するための静

電偏向器 3 3 と、 $E \times B$ 分離器 3 4 と、対物レンズ 4 5 とを備え、それらは、図 1 に示されるように配置されている。

【 0 0 1 1 】

図 5 (A) は本発明による複数の $E \times B$ 分離器を配列した状態を示す平面図であり、図 5 (B) は図 5 の D-D 線に沿って見た一つの $E \times B$ 分離器の断面図である。また、図 6 は各 $E \times B$ 分離器を下側からみた底面図である。

図 1 及び図 5 において、複数の $E \times B$ 分離器 3 4 (本実施形態では例示的に 1 3 個) は X 方向に沿って 2 列に交互に配列され全体で一つの $E \times B$ 分離器群を構成する。各 $E \times B$ 分離器 3 4 は、それぞれの電子銃の光軸 O 1 に対応する位置に配置されている。各 $E \times B$ 分離器 3 4 は多極 (本実施形態では、例えば 8 極) の静電偏向器 3 5 と静電偏向器の周囲に設けられた電磁偏向器 3 6 とから構成される。

静電偏向器 3 5 は、マシナブルセラミック等の絶縁性材料からなる絶縁基板 3 7 にそれぞれの光軸に対応する位置において設けられた内筒 3 5 1 と、この内筒 3 5 1 の内壁部を放射状に、例えば 8 つの部分に、分割する分離溝 3 5 2 とを有する。この分離溝 3 5 2 により内筒 3 5 1 の内壁部に 8 極の電極が形成される。また、静電偏向器 3 5 の周囲にはリング状の溝 3 5 3 が形成されている (図 5 (A))。絶縁基板 3 7 には、図 5 (B) において下面、内筒 3 5 1 の内面及び分離溝 3 5 2 の内面にニッケル、リン及び金によるコーティング層が施される。その後リソグラフィを利用してエッチングを行うことにより、分離溝 3 5 2 の内面及び絶縁基板 3 7 の下面に剥離部 3 7 1 を形成する。絶縁基板 3 7 の下面のコーティング層には、図 6 に示されるパターンに従って、各分離溝 3 5 2 の内面の半径方向最外側部分から延在する剥離部 3 7 1 が形成される。それにより、コーティング層は、各剥離部 3 7 1 により電氣的に絶縁された複数の区域に分割され、これら複数の区域は内筒 3 5 1 の各電極と対応するリード線取付穴 3 5 4 との間で導体 3 7 2 を形成する。上面はリング状の溝 3 5 3 の内側のみ分離しておき、リード線への接続は下面からのみ行えばよい。

電磁偏向器 3 6 は、リング状の溝 3 5 3 内に嵌挿されていてリングの一部の形状をした 2 つの高透磁率部材 (本実施形態では例えばパーマロイ) 3 6 1 からな

る磁気回路と、同様にリング状の溝 3 5 3 内に嵌挿された 2 つの永久磁石 3 6 3 とで構成される。2 つの永久磁石 3 6 3 は、高透磁率部材 3 6 1 のそれぞれの端部において磁石の N, S 極が図 5 のように対称に向くように配置されており、それにより、2 つの磁石の磁力線が相互に反発し、X 方向に向く磁場が光軸 O 1 上に形成される。

【 0 0 1 2 】

絶縁基板の絶縁表面を電子ビームから遮蔽するため、各 E × B 分離器 3 4 の上側及び下側にシールド板 3 8 及び 3 9 が配置されている。また、上側のシールド板 3 8 には、電磁偏向器 3 6 が Z 方向に上下に移動しないように押さえ部 3 8 1 が設けられている。

リード線取付穴 3 5 4 へのリード線 4 0 の接続はリード線取付穴 3 5 4 にビス及びナット 3 5 5 で圧着端子 3 5 6 を固定し、圧着端子 3 5 6 にリード線 4 0 を圧着することにより、はんだ付けを行わずにパーティクルフリーな結線をすることができる。

【 0 0 1 3 】

図 7 は永久磁石を使用した電磁偏向器における磁力線の形成概念を示した図である。本図において、符号 4 1 及び 4 2 はパーマロイによる磁気回路であり、符号 4 3 は磁力線である。

【 0 0 1 4 】

図 8 (A) は本発明によるレンズの一部を取り除いて示した平面図であり、図 8 (B) は図 8 (A) の E - E 線に沿って見たレンズの断面図である。この実施形態において、コンデンサレンズ 3 2 と対物レンズ 4 5 は実質的に同じ構造になっているので、コンデンサレンズ 3 2 で代表して詳しく説明する。

本実施形態において、レンズ 4 5 は 4 枚のレンズ電極 R 1 ないし R 4 からなる。レンズ電極 R 1 ないし R 4 の各々は、絶縁部材からなる薄板部 4 5 1 とハリ構造部 4 5 2 とを有し、かつ各電子銃の光軸 O 1 に対応する位置に同軸の穴 4 5 3 が形成されている。図 8 (B) において、Z 方向下から 2 枚のレンズ電極 R 1 及び R 2 には各一次光学系に共通の電圧が与えられるため、レンズ電極 R 1 及び R 2 の各々は全面に金属のコーティング層が施されている。詳述すれば、レンズ電

極 R 1 には、穴 4 5 3 の内面、薄板部 4 5 1 の上面と下面、及びハリ構造部 4 5 2 の内側側面、上面並びに下面に亘り金属のコーティング層が施されており、レンズ電極 R 2 についても同様のコーティング層が形成されている。従って、レンズ電極 R 1 及び R 2 にはその周辺部の任意の位置にリード線（図示せず）を接続することができる。

【 0 0 1 5 】

Z 方向下から 3 枚目のレンズ電極 R 3 は本来的には接地電極であるが、各一次光学系毎に焦点距離を微調整することが可能なように電極を分離して構成されている。図 8（A）は Z 方向下から 4 枚目のレンズ電極 R 4 を取り除いて上部から見た図であり、レンズ電極 R 3 における当該電極を分離するパターン 4 5 0 が細線 4 5 4 により図示されている。細線 4 5 4 は金属のコーティング層が除去された絶縁部分を表すが、この絶縁部分は、実際には隣接するコーティング層によって形成される導電部相互間の電氣的導通を阻止するため、一定の幅を持たせて形成されている。レンズ電極 R 3 は穴 4 5 3 の内面、薄板部 4 5 1 の上面と下面、及びハリ構造部 4 5 2 の内側側面、上面並びに下面に金属のコーティング層が施され、この金属のコーティング層は、図 8（A）に表されているように、細線 4 5 4 で示されるパターンに従って剥離されて複数の区域に分割される。これら複数の区域は互いに隣接する区域から電氣的に絶縁される。各区域のコーティング層は導体 4 5 5 を構成し、これら導体 4 5 5 を介してレンズ電極 R 3 が外部電源のリード線（図示せず）に接続される。それにより、上述のように、各一次光学系毎に焦点距離を微調整することが可能となる。レンズ電極 R 3 の下面、すなわちその薄板部 4 5 1 の下面及びハリ構造部 4 5 2 の下面にも図 8（A）の絶縁部分のパターンを少し簡略化した絶縁部分（図示せず）が形成されている。絶縁部分のパターンを少し簡略化したのは、レンズ電極 R 3 の下面においても電極を相互に絶縁する必要があるが、リード線の取り出し部は設けられていないためその分だけ絶縁部分のパターンを簡略できるからである。

レンズ電極 R 3 の上面に形成された絶縁部分を電子ビームから遮蔽するため、レンズ電極 R 4 が設けられている。一方、レンズ電極 R 3 の下面の絶縁部分はレンズ電極 R 2 により遮蔽されているため、別途シールド電極を設ける必要はない

。しかしながら、レンズ電極 R 2 と R 3 の間のレンズギャップが大きい場合は、レンズ電極 R 4 を焦点微調整用の電極とし、その上にシールド電極を更に設けても良い。

【 0 0 1 6 】

図 1 において、二次光学系 5 0 は一次光学系の光軸に関して傾斜した光軸 O 2 に沿って配置されている。検出系 6 0 は検出器 6 1 を備えている。なお、これら二次光学系 5 0 及び検出器 6 1 の構成要素は公知のものであるから、詳細説明は省略する。

【 0 0 1 7 】

図 1 の電子線装置において、各々の電子銃 1 0 のカソード 1 1 から放出された一次電子線はアノード 1 5 によって加速される。この場合、ウェーネルト電極 1 2 に独立な電圧を付与することができるので、カソード 1 1 及びウェーネルト電極間の距離にバラツキが存在する場合でも、各電子ビームの輝度を独立して合わせることができる。一次電子線は、コンデンサレンズ 3 2 及び対物レンズ 4 5 とで細い電子ビームに成形されて試料 S 上に走査して照射される。この場合、各一次光学系 3 0 毎に独立してレンズの焦点距離を調整することができる。そのため、一枚の試料内に多くの電子ビームを照射する場合でも、各電子ビームの強度を各一次光学系 3 0 毎に独立して調整できる。この電子ビームによる照射により試料から放出された二次電子は対物レンズ 4 5 を通過し、E × B 分離器 3 4 により一次光学系 3 0 から分離されて二次光学系 5 0 に導入され、検出系 6 0 の検出器 6 1 によって検出される。

【 0 0 1 8 】

次に図 9 及び図 1 0 を参照して本発明による電子線装置を使用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。

図 9 は、本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。この実施例の製造工程は以下の主工程を含んでいる。

(1) ウエハを製造するウエハ製造工程 (又はウエハを準備するウエハ準備工程)

(2) 露光に使用するマスクを製造するマスク製造工程 (又はマスクを準備する

マスク準備工程)

(3) ウエハに必要な加工処理を行うウエハプロセッシング工程

(4) ウエハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能にならしめる
チップ組立工程

(5) できたチップを検査するチップ検査工程

なお、上記のそれぞれの主工程は更に幾つかのサブ工程からなっている。

【0019】

これらの主工程の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼすのが(3)のウエハプロセッシング工程である。この工程では、設計された回路パターンをウエハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。このウエハプロセッシング工程は以下の各工程を含んでいる。

(A) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程(CVDやスパッタリング等を用いる)

(B) この薄膜層やウエハ基板を酸化する酸化工程

(C) 薄膜層やウエハ基板等を選択的に加工するためにマスク(レチクル)を用いてレジストパターンを形成するリソグラフィー工程

(D) レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程(例えばドライエッチング技術を用いる)

(E) イオン・不純物注入拡散工程

(F) レジスト剥離工程

(G) 加工されたウエハを検査する工程

なお、ウエハプロセッシング工程は必要な層数だけ繰り返し行い、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【0020】

図10は、図9のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。このリソグラフィー工程は以下の各工程を含む。

(a) 前段の工程で回路パターンが形成されたウエハ上にレジストをコートする
レジスト塗布工程

(b) レジストを露光する工程

(c) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程

(d) 現像されたレジストパターンを安定化するためのアニール工程

上記の半導体デバイス製造工程、ウエハプロセス工程、リソグラフィ工程については、周知のものでありこれ以上の説明を要しないであろう。

上記 (G) の検査工程に本発明に係る欠陥検査方法、欠陥検査装置を用いると、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、スループット良く検査できるので、全数検査が可能となり、製品の歩留まりの向上、欠陥製品の出荷防止が可能と成る。

【 0 0 2 1 】

【発明の効果】

本発明によれば、次のような効果を奏することが可能である。

(イ) レンズを薄板部とハリ構造部とで構成したため、薄い電極であってもそりが発生しないように組み立てることができる。更に、各レンズの焦点距離を独立して調整することができるため、複数のレンズを個別に調整できる。

(ロ) E × B 分離器の電磁偏向器が永久磁石で作られるためリード線が不要となり、構造が簡素化される。また、一定の領域に多数の E × B 分離器を配置することができる。

(ハ) 大部分のリード線がリソグラフィでエッチングされるため、組立が極めて容易になる。

(ニ) 各電子銃のウェーネルトに個別の独立した電圧を印加できるため、カソード及びウェーネルト間の取付け間隔にバラツキがある場合でも、各電子銃から放出される一次電子線の輝度を各電子銃毎に調整して合わせることが可能である。

(ホ) 電子ビームに曝される虞のある絶縁表面を全て遮蔽しているため、安定した電子ビームを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(A) は本発明による電子線装置の一つの実施形態の縦断面図である。

(B) は本発明による複数の一次光学系及び二次光学系の組合わせの配列状態を示す模式図である。

【図 2】

複数の電子銃の配列を示す図である。

【図 3】

図 2 の C - C 線に沿って見た電子銃の断面図である。

【図 4】

ウェーネルトの平面図である。

【図 5】

(A) は本発明による E × B 分離器を配列した状態を示す平面図である。

(B) は (A) の D - D 線に沿って見た E × B 分離器の断面図である。

【図 6】

各 E × B 分離器のリード線取り出し方法を示す図である。

【図 7】

永久磁石を使用した電磁偏向器における磁力線の形成概念を示した図である。

【図 8】

(A) は本発明によるレンズの一部を取り除いて示した電極パターンの平面図である。

(B) は (A) の E - E 線に沿って見たレンズの断面図である。

【図 9】

本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。

【図 1 0】

図 9 のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1、 電子線装置	1 0 電子銃
1 1 カソード	1 2 ウェーネルト板
1 5 アノード	3 0 一次光学系
3 2 コンデンサレンズ	3 4 E × B 分離器
3 5 静電偏向器	3 6 電磁偏向器

4 5 対物レンズ

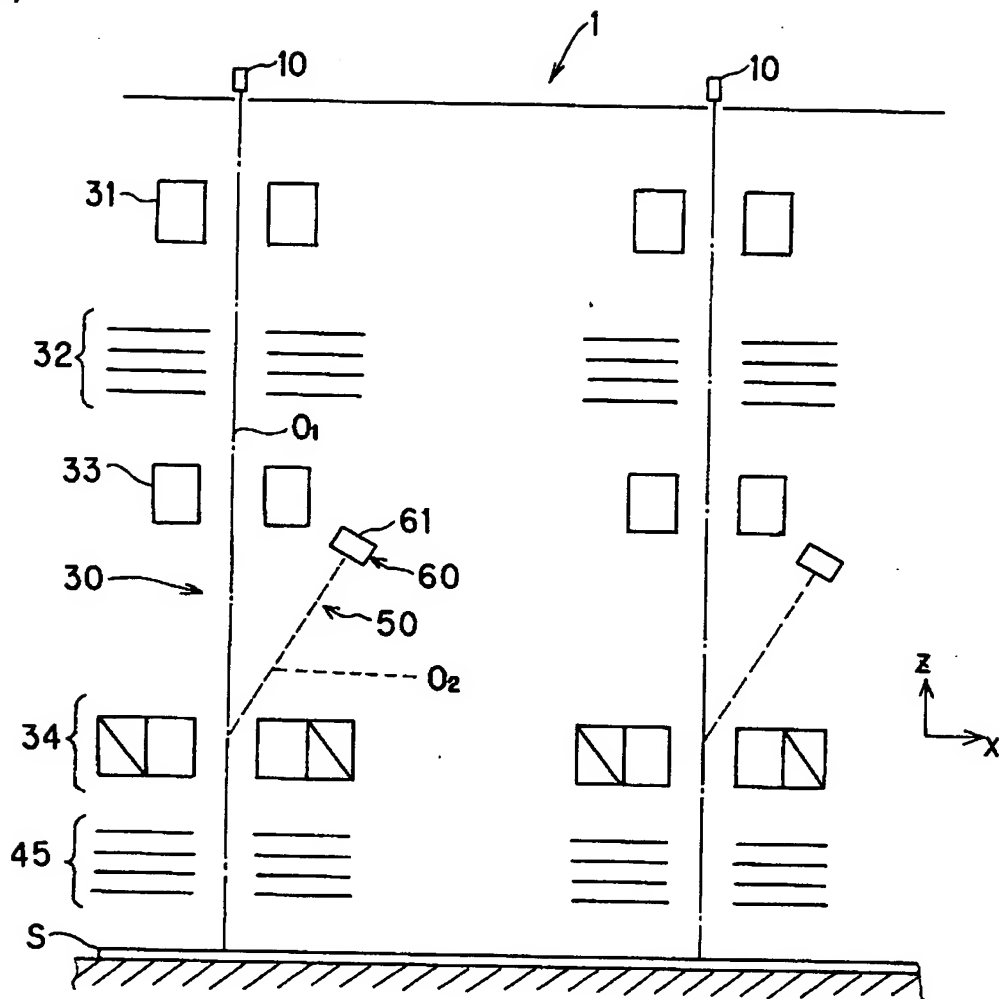
5 4 ハリ構造部

5 5 薄板部

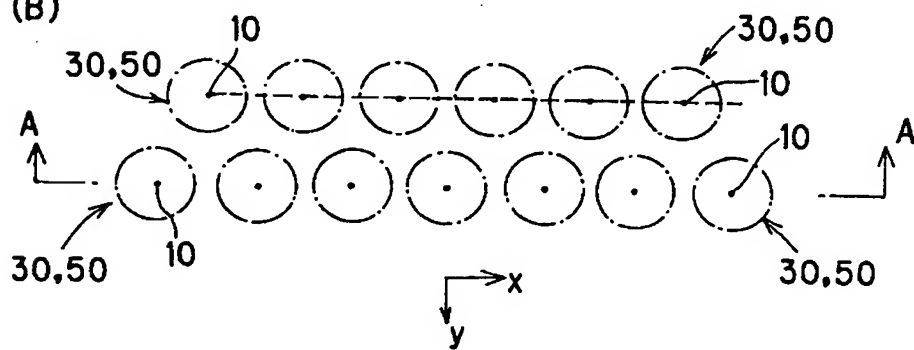
【書類名】 図面

【図 1】

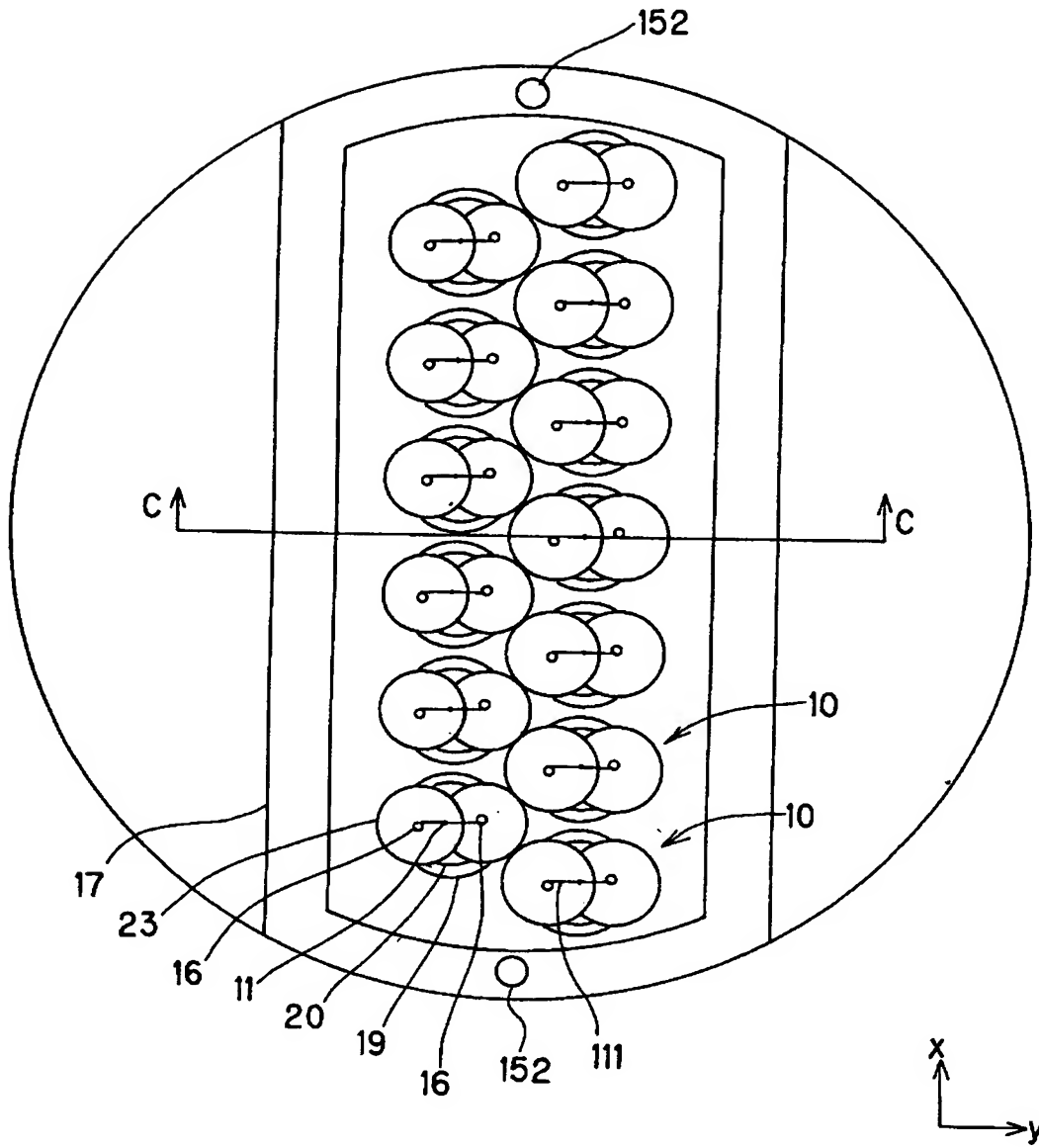
(A)



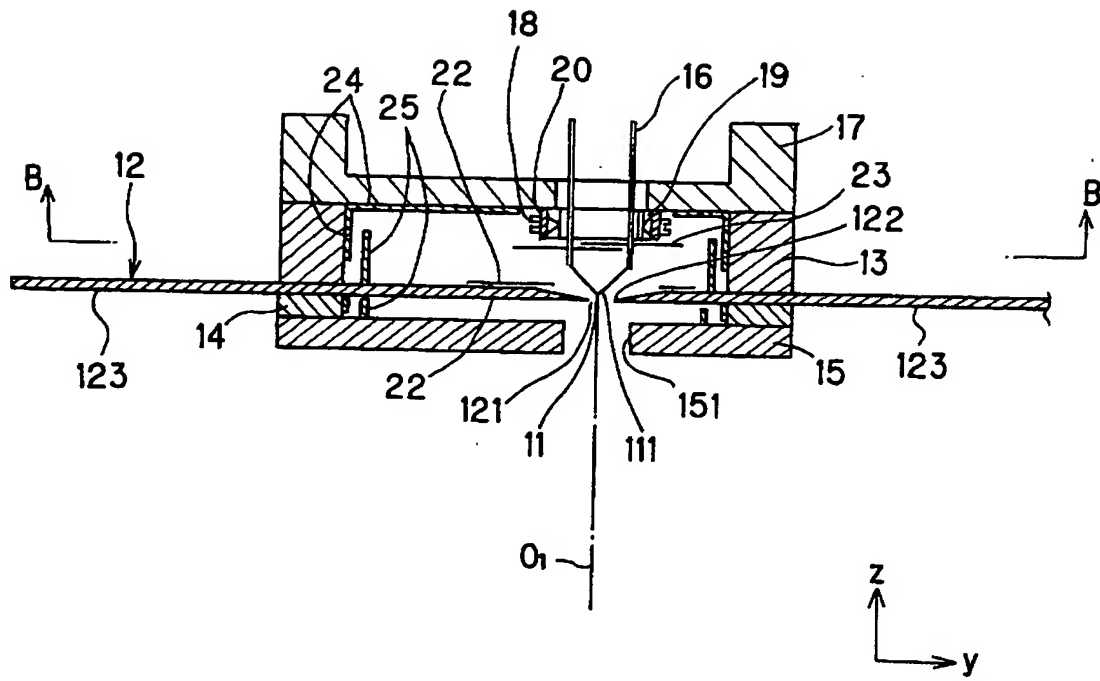
(B)



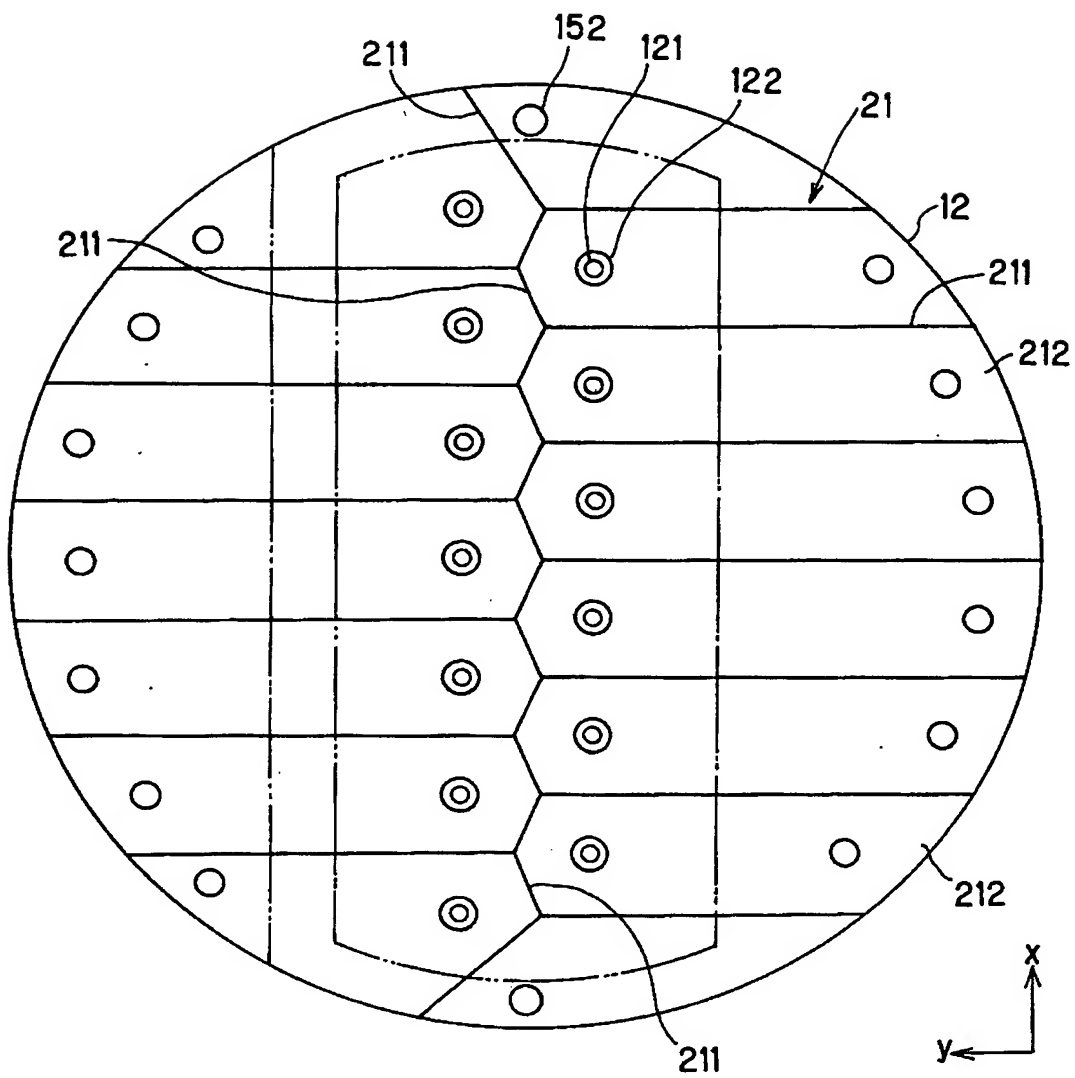
【図 2】



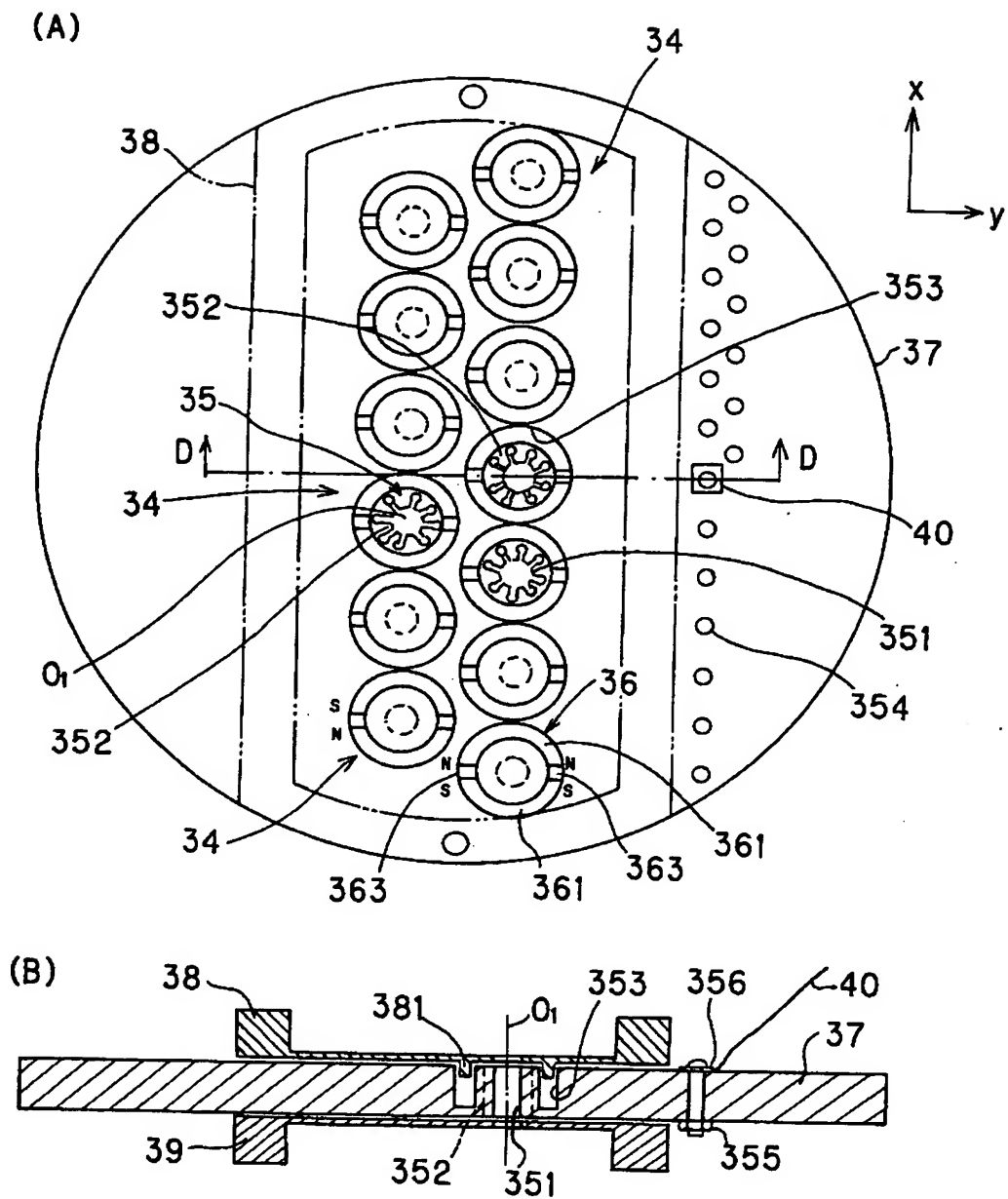
【図 3】



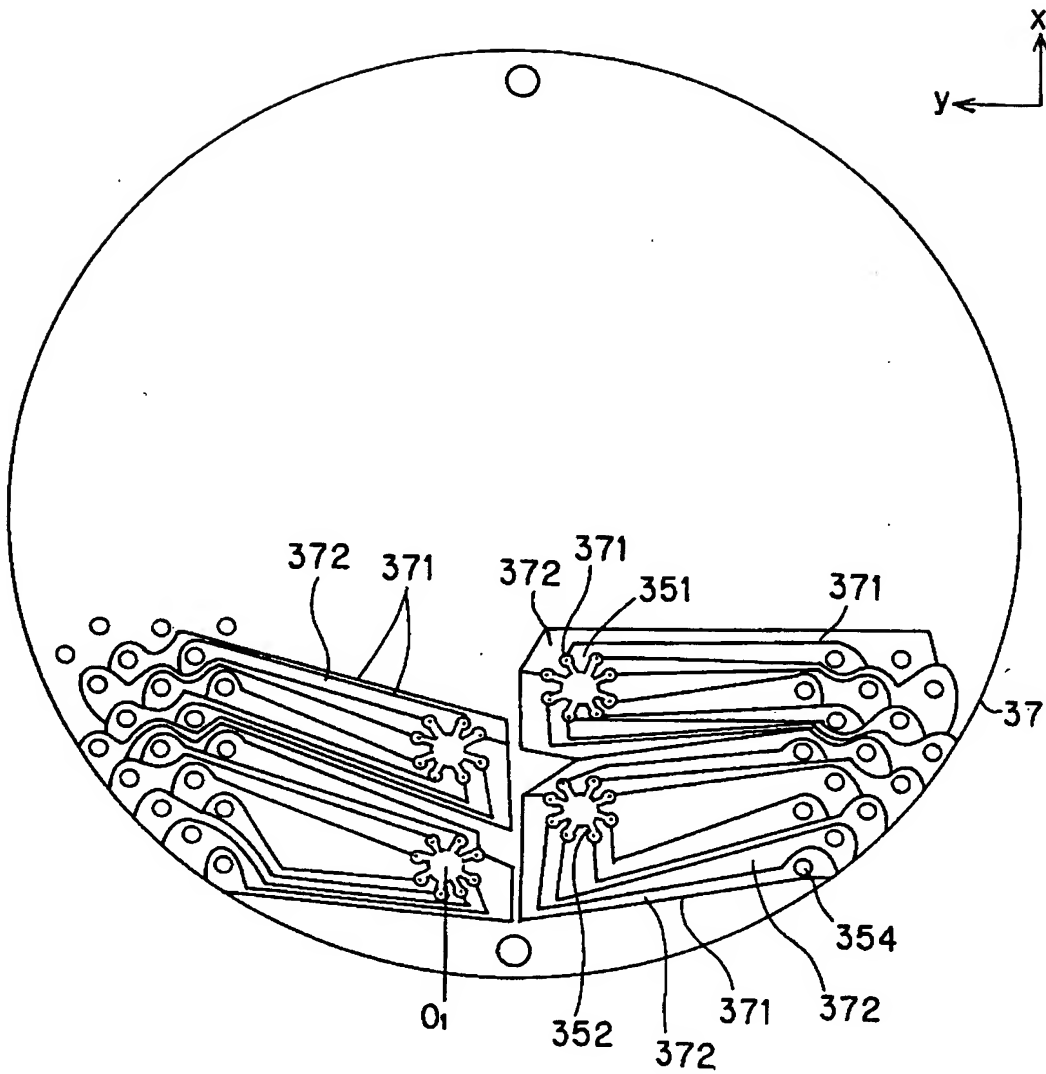
【図 4】



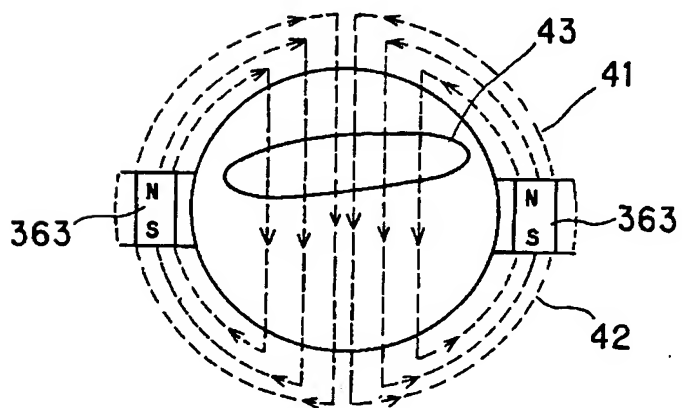
【図 5】



【図 6】

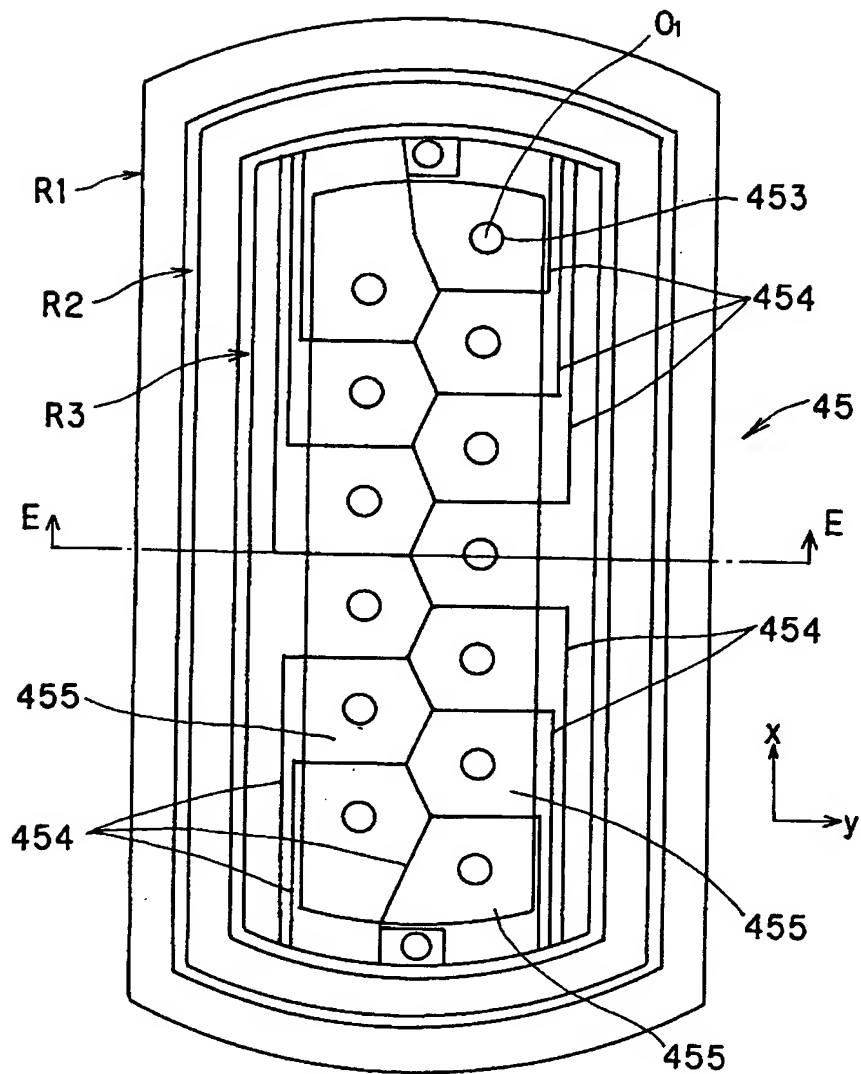


【図 7】

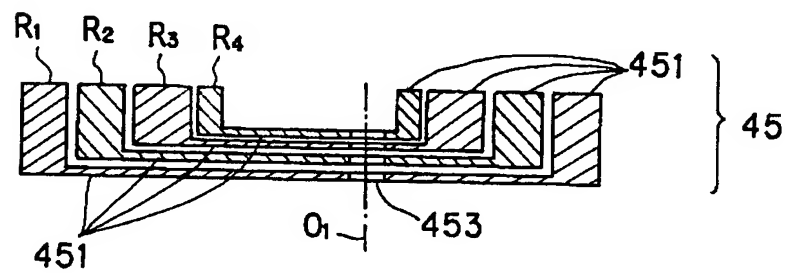


【図 8】

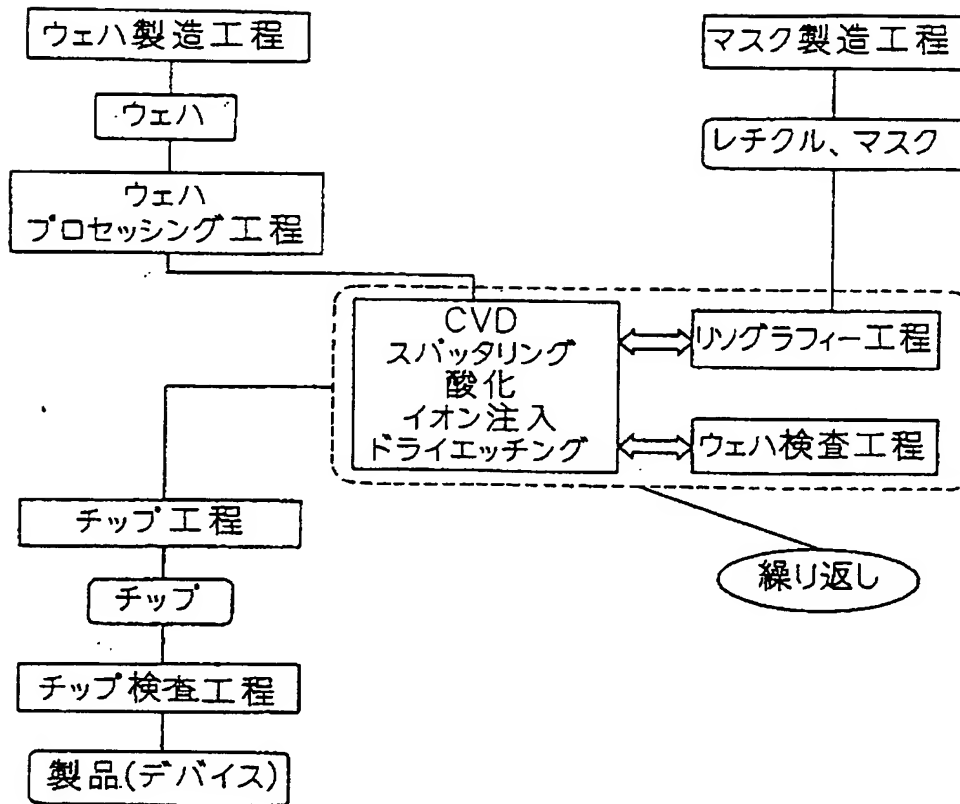
(A)



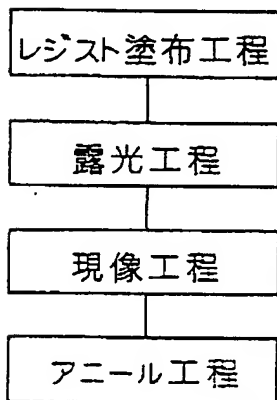
(B)



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】複数の電子銃から放出された一次電子線を集束して試料上に走査させて照射する電子線装置である。この電子線装置 1 は一次電子線を集束して照射させるレンズを各電子銃毎に配列したレンズ群を備えている。レンズ群は、板厚の薄い薄板部 5 5 と板厚の大きいハリ部 5 4 とを有する絶縁部材の薄板部 5 5 において、各電子銃の光軸 O 1 に対応した位置に複数の穴 4 5 3 を形成し、かつ前記絶縁部材の表面に選択的に金属のコーティング層を施してなる複数のレンズ電極 R 1 ないし R 4 を備えている。各レンズ電極は光軸方向に隔てて配置されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名 株式会社荏原製作所
2. 変更年月日 2003年 4月23日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名 株式会社荏原製作所